



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10003936 A**(43) Date of publication of application: **06 . 01 . 98**

(51) Int. Cl. **H01M 8/04**
H01M 8/06
H01M 8/12

(21) Application number: **08151275**(22) Date of filing: **12 . 06 . 96**(71) Applicant: **SANYO ELECTRIC CO LTD**

(72) Inventor: **HATAYAMA RYUJI**
ODA KATSUYA
MATSUBAYASHI TAKAMASA
SAKAMOTO SHIGERU
MIYAKE YASUO

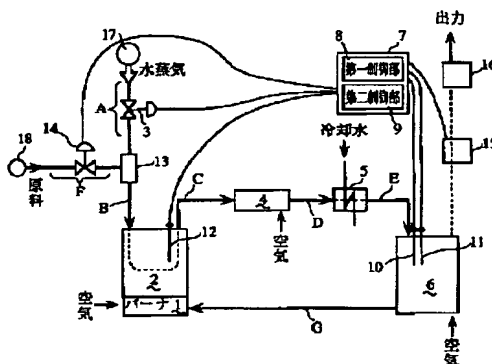
(54) **SOLID POLYMER TYPE FUEL CELL POWER
 GENERATION SYSTEM**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell power generation system for reforming material such as natural gas, naphtha, and methanol in a reformer, and generating power in a solid polymer type fuel cell using reformed gas in which system constitution is so simple that it can be operated without providing a humidifier.

SOLUTION: Hydrogen-rich reformed gas is generated by steam-reformation of raw material in a reformer 2. Power is generated using reformed gas generated in the reformer 2 in a solid polymer type fuel cell 6. At the time of power generation, a first control part 8 regulates opening quantity of a first regulating valve 3 to supply excessive quantity of steam to the reformer 2, so reformed gas supplied to the fuel cell 6 includes steam of such quantity as to saturate at a cell operation temperature, thereby humidity of solid polymer film can be maintained without providing a humidifier.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-3936

(43)公開日 平成10年(1998) 1月6日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M	8/04		H 0 1 M 8/04	K
	8/06		8/06	X
	8/12		8/12	G

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-151275

(22)出願日 平成 8 年(1996) 6 月12日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

(72)発明者 畑山 龍次

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 小田 勝也

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 松林 孝昌

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 中島 司朗

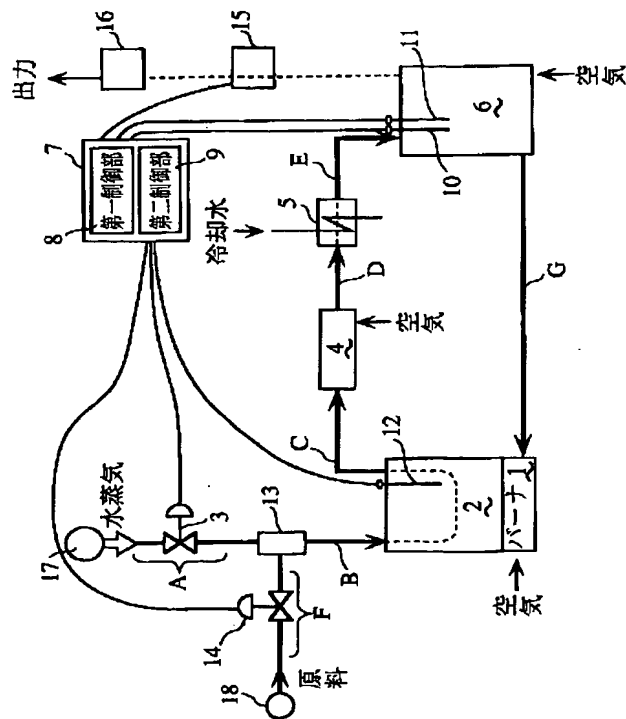
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体高分子型燃料電池発電システム

(57) 【要約】

【課題】 天然ガス、ナフサ、メタノール等の原料を改質器で改質し、その改質ガスを用いて固体高分子型の燃料電池で発電する燃料電池発電システムにおいて、加湿器を設けなくても運転することができるシステム構成の簡素なものを提供する。

【解決手段】 改質器 2 は原料を水蒸気改質して水素リッチな改質ガスを生成する。固体高分子型の燃料電池 6 は、改質器 2 で生成された改質ガスを用いて発電する。発電時において、第一制御部 8 が第一調整バルブ 3 の開口量を調整することによって、改質器 2 に対して過剰量の水蒸気が供給され、燃料電池 6 に供給される改質ガスには電池の運転温度において飽和する量の水蒸気が含まれるよう調整されるので、加湿器を設けなくても固体高分子膜の保湿がなされる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 原料を水蒸気改質して水素リッチな改質ガスを生成する改質器と、
前記改質器で生成された改質ガスを用いて発電する固体高分子型の燃料電池と、
発電時において水蒸気が前記改質器を経由して改質ガスと共に前記燃料電池に流れ込んで固体高分子膜を保湿するよう該改質器に対して過剰量の水蒸気を供給する水蒸気供給手段とを備えることを特徴とする固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 2】 前記固体高分子型燃料電池発電システムは、更に、
前記改質器で生成された改質ガスに含まれる一酸化炭素を選択酸化することによって一酸化炭素を除去する一酸化炭素除去器を備えることを特徴とする請求項 1 記載の固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 3】 前記水蒸気供給手段は、
前記改質器に供給される原料中の炭化水素に対する水蒸気のモル比が 3. 0 ～ 6 となるよう水蒸気を供給することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 4】 前記水蒸気供給手段は、
前記燃料電池に改質ガスと共に送られる水蒸気が該燃料電池の発電温度において結露しない割合で水蒸気を供給することを特徴とする請求項 1 ～ 3 記載の固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 5】 前記水蒸気供給手段は、
燃料電池の起動時においても、前記改質器を経由して前記燃料電池に水蒸気を送り込み、燃料電池を水蒸気によって加熱することを特徴とする請求項 1 ～ 4 記載の固体高分子型燃料電池発電システム。

【請求項 6】 前記水蒸気供給手段は、
前記燃料電池に流れる水蒸気量を検出する水蒸気検出センサと、
前記燃料電池の温度を検出する温度検出センサと、
前記改質器に水蒸気を供給する配管に設けられたバルブと、
発電時において前記水蒸気検出センサと温度検出センサの検出結果に基づいて前記バルブを制御する制御部とを備えることを特徴とする請求項 1 ～ 4 記載の固体高分子型燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は燃料電池に関し、特に、天然ガス、ナフサ等の原料を水蒸気改質する改質器と、それを用いて発電する固体高分子型燃料電池を備えた発電システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 固体高分子型燃料電池は、固体高分子膜にアノード及びカソードを配してなるセルを備え、アノ

2

ードに水素ガス、カソードに酸素ガスを供給して下記化 1 式及び化 2 式に示される電気化学反応を起こすことによって発電を行うようになっている。

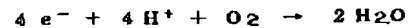
【0003】

【化 1】



【0004】

【化 2】



10 この電気化学反応を行わせるためには、固体高分子膜のイオン伝導性を確保する必要があるので、発電時には、供給される水素ガスまたは酸素ガスを加湿して固体高分子膜を保湿しながら運転している。ところで、一般的に燃料電池の分野において、天然ガスやメタノール等の原料を水蒸気改質して水素リッチな改質ガスを生成する改質器とこれを用いて発電する燃料電池とを組み合わせた発電システムが開発されているが、この改質ガスの中には副生成物の一酸化炭素がいくらか含有されるので、燃料電池の中でもアノード触媒が一酸化炭素に対して劣化しやすい固体高分子型燃料電池の場合、改質器と組み合わせ

20 せて発電システムを構成することは従来あまりなされなかった。しかし、優れた一酸化炭素除去装置が開発されるのに伴って、特開平 3 - 2 0 3 1 6 5 号公報や特開平 7 - 1 9 6 3 0 2 号公報に開示されているように、メタノール改質器と固体高分子型燃料電池とを組み合わせ且つアノード触媒が劣化しにくい発電システムが開発されている。

【0005】 図 6 は、特開平 7 - 1 9 6 3 0 2 号公報に記載されている燃料電池発電システムの処理フローである。このシステムでは、燃焼部 1 0 1、気化部 1 0 2 でメタノールと水の混合物を気化させ、改質部 1 0 3 で水素リッチな改質ガスに改質し、変成部 1 0 4 で変成反応することにより CO 濃度を 1 0 0 0 p p m 程度に低減し、更に CO 選択酸化触媒を備えた酸化除去部 1 0 5 で改質ガス中の CO 濃度を 1 0 0 p p m 未満に低減し、これを加湿器 1 0 6 で加湿して燃料電池セルスタック 1 0 7 に供給して発電を行うようになっている。

【0006】 また、この発電システムは、メタノール以外の天然ガス等を燃料とする固体高分子型燃料電池システムにも適用することが可能であって、気体燃料を原料として用いる場合には、気化部 1 0 2 は設ける必要なく、気体燃料を水蒸気と共に改質部 1 0 3 に供給すればよいと考えられる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような発電システムは、気化器または水蒸気を供給する手段の他に改質ガスを加湿する手段を設けることが必要であって、その点でシステム構成が複雑になるという問題がある。即ち、図 6 の燃料電池発電システムにおいて

50 は、メタノールと水の混合物を気化するための気化部 1

02と、燃料電池セルスタック107に流れる改質ガスを加湿するための加湿器106とが設けられている点で複雑であり、気体燃料を原料として用いる場合には、水蒸気供給源と加湿部とを設けることになる点で、同様に複雑になるという課題が生じる。

【0008】また改質ガスを加湿するために用いられる加湿器は、一般的にスペースをとるのでそれだけシステム全体が大型化しやすい。本発明はこのような課題に鑑み、天然ガス、ナフサ、メタノール等の原料を改質器で改質し、その改質ガスをを用いて固体高分子型の燃料電池

で発電する燃料電池発電システムにおいて、加湿器を設けなくても運転することができるシステム構成の簡素なものを提供することを主な目的とする。

【0009】また、燃料電池は、起動時に所定の運転温度（固体高分子型燃料電池では通常70～130℃程度）まで昇温させる必要があるため、このようなシステムにおいても起動時に燃料電池を昇温する手段を設ける必要がある。従来より昇温手段として昇温ヒータや昇温プレート等が多く用いられているが、本発明は、昇温ヒータや昇温プレート等を設けなくても、起動時に燃料電池を昇温することのできる固体高分子型燃料電池発電システムを提供することも目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の主な目的を達成するため、固体高分子型燃料電池発電システムを、原料を水蒸気改質して水素リッチな改質ガスを生成する改質器と、改質器で生成された改質ガスをを用いて発電する固体高分子型の燃料電池と、発電時において水蒸気が改質器を経由して改質ガスと共に燃料電池に流れ込んで固体高分子膜を保湿するよう改質器に対して過剰量の水蒸気を供給する水蒸気供給手段とを備える構成とした。

【0011】本発明で、改質器に対してこのように過剰量の水蒸気を供給する理由は次の通りである。従来、天然ガス等の原料を水蒸気改質する場合、供給される原料中の炭化水素を効率よく（即ち少ないエネルギー消費で）改質するのに適した量だけ水蒸気を供給するのが通常であって、水蒸気をそれより過剰に供給することはなされなかった。即ち、水蒸気改質に供給される原料中の炭化水素に対する水蒸気のモル比（以下この比をS/C比と記載する）は、通常2.5程度で供給されていた。

【0012】これは、水蒸気を過剰に供給すると（即ちS/C比を2.5より大きくすると）、改質器の容量をそれだけ大きく設定することが必要となり、それに伴って改質器を加熱する燃料も多く必要になり、効率が悪くなるためである。これに対して本発明者等は、改質器に水蒸気を過剰に送り込むことにより、改質器にとっては大型化と効率の低下が生じるものの、余剰の水蒸気を燃料電池に送り込んで固体高分子膜を保湿することができるので、別個に加湿器を設ける必要がなく、その結果、

システム全体としては効率の低下とはならず、且つシステム全体の構成を簡素に小型化できることを見いだした。

【0013】更に、過剰量の水蒸気を供給することによってS/C比が従来より大きくなるので、改質器内におけるカーボンの析出が抑制されるという効果も奏する。また、この固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、改質器で生成された改質ガスに含まれる一酸化炭素を選択酸化することによって一酸化炭素を除去する一酸化炭素除去器を備えた構成にすることもでき、これによってアノード触媒の劣化を抑制することができる。

【0014】また、水蒸気供給手段が燃料電池に改質ガスと共に送り込まれる水蒸気が燃料電池の発電温度において結露しない割合で水蒸気を供給するようにすれば、固体高分子膜の水素イオン伝導性が確保され且つ燃料電池内で水蒸気が結露しないため長時間運転しても電圧は低下しにくい。また、水蒸気供給手段は、S/C比が3.0～6となるよう水蒸気量をコントロールすることが好ましい。これは、S/C比が3.0以上ではカーボンの析出防止効果が良好であり、S/C比が6を越えることはシステムの効率面から好ましくないからである。

【0015】更に、この固体高分子型燃料電池発電システムにおいて、水蒸気供給手段が、起動時においても、改質器を経由して燃料電池に水蒸気を送り込み、その水蒸気で燃料電池を加熱するようにすることもできる。この場合、昇温プレートなどの昇温装置を設けなくても、起動時における燃料電池の昇温が行われる。また、水蒸気供給手段は、燃料電池に流れる水蒸気量を検出する水蒸気検出センサと、燃料電池の温度を検出する温度検出センサと、改質器に水蒸気を供給する配管に設けられたバルブと、発電時において水蒸気検出センサと温度検出センサの検出結果に基づいてバルブを制御する制御部とを備えた構成とすることによって容易に実現できる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の固体高分子型燃料電池発電システムについて、図面を参照しながら具体的に説明する。

（システム構成についての説明）図1は、本発明の一実施の形態に係る固体高分子型燃料電池発電システムの概略構成図である。

【0017】図に示されるように、本システムは、バーナ1の燃焼熱を用いて原料としての天然ガスを水蒸気改質する改質器2、改質器2で生成された改質ガス中の一酸化炭素ガスを除去するCO除去器4、改質ガスを冷却する水冷式の冷却器5、固体高分子型の燃料電池6、原料を水蒸気と混合して改質器2に供給するエゼクタ13等が、配管（AからG）によって連結されて構成されており、更に、システムの運転制御を行うための制御装置7が設けられている。

【0018】配管Aは、ボイラー17から供給される水

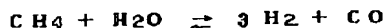
蒸気をエゼクタ 1 3 に送り込むものであって、その途中に水蒸気量を調節するための第一調整バルブ 3 が介挿されている。また、配管 F は、コンプレッサ 1 8 から供給される天然ガスをエゼクタ 1 3 に送り込むものであって、その途中に天然ガス量を調整する第二調整バルブ 1 4 が介挿されている。

【0019】エゼクタ 1 3 は、配管 F から送り込まれる天然ガスと、配管 A から送り込まれる水蒸気とを混合して、配管 B を経由して改質器 2 に供給する。バーナ 1 は、バーナ用の燃料源（不図示）からの燃料や燃料電池 6 からの未反応ガスを燃焼させて改質器 2 を加熱する。改質器 2 には、図示はしないが改質反応用の触媒層及び CO 変成用の触媒層が内設されている。バーナ 1 によって、改質反応用の触媒層は 700℃前後、CO 変成用の触媒層は 200℃程度にそれぞれ加熱されるようになっており、配管 B から送り込まれる天然ガスと水蒸気との混合ガスは、これらの触媒層を通過することによって水素リッチな改質ガスに改質される。

【0020】天然ガスの主成分であるメタンについて見ると、改質反応用の触媒層では下記化 3 式で示されるような改質反応、CO 変成用の触媒層では下記化 4 式で示されるようなシフト反応が主として行われる。

【0021】

【化 3】



【0022】

【化 4】



化 3 式は吸熱反応、化 4 式の反応は発熱反応であって、CO 変成用の触媒層が比較的低温（200℃程度）に保たれるのは、化 4 式の平衡を右にずらすことによってできるだけ一酸化炭素濃度を低下させるためである。また、発電時において後述するように改質器 2 に対して天然ガスの改質に必要な水蒸気量よりも過剰の水蒸気が供給されるが、水蒸気量が多いほど化 4 式の平衡は右側にずれるので一酸化炭素濃度の低下に有利である。

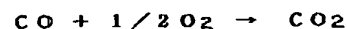
【0023】改質器 2 からの改質ガスには余剰の水蒸気が混合されている。この改質ガス及び水蒸気が混合した混合ガスは、配管 C、CO 除去器 4、配管 D、冷却器 5、配管 E を順に経由して燃料電池 6 に送り込まれる。CO 除去器 4 の中には、酸素存在下で一酸化炭素ガスを選択的に酸化する選択酸化触媒層（不図示）が設けられており、改質器 2 からの改質ガスは、CO 除去器 4 において若干の空気と混合されて該選択酸化触媒層を通過することによって、改質ガス中の一酸化炭素は下記化 5 式で示されるように酸化され、一酸化炭素ガス濃度が 100ppm 程度以下に低減される。

【0024】なお、CO 除去器 4 は 200℃付近で運転される。また、CO 除去器 4 の一酸化炭素除去機能は、改質ガスと共に通過する余剰の水蒸気によってほとんど

影響を受けない。

【0025】

【化 5】



燃料電池 6 は積層型であって、図示はしないが、固体高分子膜（例えばパーフルオロカーボンスルホン酸の膜）にカソード、アノードが配されたセルと、表面にリブ及びガスチャンネルが形成されたセパレータ板とが、交互に積層されて構成されており、発電温度を制御するための冷却用プレートが介挿されている。

【0026】アノード及びカソードには、触媒（白金）が担持されたカーボンが用いられている。冷却器 5 は、CO 除去器 4 からの 200℃程度の混合ガスを燃料電池 6 の運転温度（80℃程度）に適した温度（100℃程度）に低下させる。このように燃料電池 6 に供給するガスの温度を調整することにより、燃料電池 6 内の温度分布を均一化することができる。

【0027】配管 E から燃料電池 6 には上記の混合ガスが送り込まれる。この混合ガスは燃料電池 6 内でアノードに供給されるが、混合ガス中の水素は発電のための反応（上記化 1 式）に用いられ、混合ガス中の水蒸気は、固体高分子膜を保湿する役割を果たす。また、上記のように混合ガス中の一酸化炭素ガス濃度は低減されているので、アノード触媒の劣化も起こりにくい。

【0028】燃料電池 6 で発電された電力は、DC/A C インバータ 1 6 によって交流に変換されて外部に出力される。燃料電池 6 で発電に使用された残りの未反応ガスは、配管 G を通ってバーナ 1 に送られて燃焼に用いられる。制御装置 7 は、発電時における制御を司る第一制御部 8 及び起動時における制御を司る第二制御部 9 を備えている。

【0029】第一制御部 8 は、発電時において、水蒸気検出センサ 1 0 から入力される燃料電池 6 内の水蒸気量信号、第一温度検出センサ 1 1 から入力される燃料電池 6 の温度信号、電流計 1 5 から入力される燃料電池 6 の負荷電流信号に基づいて第一調整バルブ 3 の開閉を制御する。なお、第一制御部 8 には、可能性のある燃料電池 6 の運転温度において予め測定した改質ガスに対する飽和水蒸気量のテーブルが記憶されている。例えば、このテーブルには、燃料電池の運転温度（80℃）における飽和水蒸気量（約 50vol%）が記憶されている。そして、このテーブルを参照して、第一温度検出センサ 1 1 から入力される燃料電池 6 の温度に対応する飽和水蒸気量を算出することができるようになっている。

【0030】水蒸気検出センサ 1 0 の具体例としては、露点計に用いられている湿度測定用センサを挙げることができる。第二制御部 9 は、起動時において、第二温度検出センサ 1 2 から入力される改質器 2 内の温度信号に基づいて、第一調整バルブ 3 及び第二調整バルブ 1 4 の開閉を制御する。

【0031】（システムの制御動作についての説明）

（A）システム起動時

図2は、第二制御部9によって実行される起動時の制御フロチャートである。このフロチャートに従って、起動時のシステムの動作を説明する。システム起動時には、まずバーナ1を点火する（step01）。そして第二温度検出センサ12によって改質器2内の温度T2を検出する（step02）。この温度T2が所定温度（200℃）に達する（step03でYes）と、第一調整バルブ3を開いて（step04）、エゼクタ13に水蒸気を供給する。この水蒸気は、エゼクタ13を通過して改質器2をコンディショニングすると共に、バーナ1の熱で更に高温に昇温された後、配管C、CO除去器4、配管D、冷却器5、配管Eを経由して燃料電池6に流れ込む。燃料電池6は、この水蒸気によって加熱されて昇温する。従って、ボイラー17から供給される水蒸気の熱とバーナ1の熱が燃料電池6の昇温に利用されることになる。

【0032】ここで、供給される水蒸気量については、特に制限はないが、改質器2のコンディショニングが終了する頃までに、燃料電池6が発電可能な温度に昇温されるよう設定することが望ましく、また、できるだけ発電時に供給する水蒸気供給量と同程度とするのが好ましい。続いて、第二温度検出センサ12で改質器2内の温度T2を検出する（step05）と共に、第一温度検出センサ11によって燃料電池6の温度T1を検出する（step06）。改質器2の温度T2が、予め設定されている温度（500℃）に達し、且つ燃料電池6内の温度T1が予め設定されている温度（80℃）に達すれば（step07でYes）、第二調整バルブ14を開く（step08）ことによって、改質器2への天然ガスの供給を開始する。また燃料電池6への空気供給も開始する。これによって、燃料電池6は、発電を開始する。

【0033】尚、本実施の形態では、起動時には冷却器5を稼働させないが、場合によっては冷却器5を稼働させて燃料電池6に送る水蒸気の温度を下げてゆっくり昇温させることもできる。また、本実施の形態では、step01～04のように改質器2が所定温度に達してから水蒸気を送り込むようにしたが、改質器2の温度に関係なく水蒸気を供給して燃料電池6を昇温させることもできる。

【0034】以上のように、本システムでは、改質器2に供給される水蒸気の熱を利用して燃料電池6が昇温されるので、昇温ヒータやプレートを設ける必要がなく、その分、システム構成を簡単にすることができる。

（B）システム発電時

図3は、第一制御部8によって実行される発電時の制御フロチャートである。このフロチャートに従って、発電時のシステムの動作を説明する。

【0035】第一制御部8は、電流計15から入力される燃料電池6の負荷電流に基づいて、天然ガスの流量設定を行う（step09, 10）。この流量設定は、燃料電池6における改質ガスの消費率がほぼ一定の値（約80%）となるよう設定する。そして、設定された流量に合わせて第二調整バルブ14の開口量を調整する（step11）。

【0036】水蒸気検出センサ10により燃料電池6内の水蒸気量（vol%）を検出し（step12）、第一温度検出センサ11で燃料電池6内の温度T1を検出する（step13）。以下、改質ガス中の飽和水蒸気量をPVといい、温度T1に対応する改質ガス中の飽和水蒸気量をSVということとする。

【0037】第一制御部8は上述したテーブルを参照することによって、SVを算出し、 $0.95SV \geq PV$ の関係を満たすか否かを判断する（step14）。 $0.95SV \geq PV$ の関係を満たせば（step14でYes）、第一調整バルブ3の開口量を増加する（step15）。 $0.95SV \geq PV$ の関係を満たさなければ（step14でNo）、 $SV \leq PV$ であるか否かを判断し（step16）、ここでYesであれば第一調整バルブ3を絞り（step17）、Noであれば第一調整バルブ3の開口量をそのままにする（step18）。

【0038】このように第一調整バルブ3の開口量を調整することによって、燃料電池6に供給される改質ガスには、電池の運転温度において飽和する量の水蒸気が含まれるよう調整されることになる。従って、固体高分子膜のイオン伝導性を確保するのに十分保湿することができると共に、固体高分子膜上に水蒸気が結露して水滴が生成することがないので、長時間運転しても電圧の低下が生じにくい。

【0039】

【実施例】

（実施例）上記実施形態の固体高分子型燃料電池発電システムを用いて燃料電池6の温度を様々な値に設定して運転しながら、電池電圧及びS/C比の測定を行った。図4は、その結果を示すものであって、燃料電池の温度T1と電池電圧との関係（細線のグラフ）及び温度T1とS/C比との関係（太線のグラフ）を示す特性図である。

【0040】細線のグラフからわかるように、電池温度が70～80℃の温度範囲においては、高い電池電圧が得られており、電池温度の変動に対する電池電圧の変動もわずかである。これより、電池の設定温度としては70～80℃が好ましいことがわかる。このように70℃～80℃の範囲で電池温度が高くなるのは、燃料電池においては一般的に電池温度が高いほど発電電圧が高くなるが、飽和水蒸気量の増加に伴ってより多くの水蒸気が供給され水素ガスの濃度が低下することになるので、8

0℃を越えるとその影響が現れるためと考えられる。

【0041】また、太線グラフは直線状であって、下記数1式で表すことができる。

【0042】

【数1】

$$S/C \text{ 比} = 0.15 \times (\text{電池温度}) - 6$$

この太線グラフ並びに数1式は、実施の形態のシステムにおいて、燃料電池の発電温度において改質ガスを飽和させるようなS/C比を表している。電池温度が高いほどS/C比が大きいのは、温度が高いほど飽和水蒸気量が大きくなるためである。

【0043】太線グラフ並びに数1式から、電池温度が70～80℃の範囲においてはS/C比の値が3.0～6の範囲に入ることがわかる。これより、上記実施の形態1のシステムにおいて、電池の運転温度を70～80℃の範囲に設定すれば、S/C比の値が3.0～6の範囲にコントロールされることがわかる。次に、上記実施の形態の固体高分子型燃料電池発電システムを用いて、起動に引き続いて電池温度80℃で発電するという運転を行い、このときの改質器2及び燃料電池6の温度を経時的に測定した。

【0044】図5は、その結果を示すグラフであって、横軸は経過時間、縦軸は燃料電池6及び改質器2の温度である。起動時（図中領域H）の昇温パターンに示されるように、バーナ点火から50分程度（水蒸気の供給開始から30分程度）で、改質器は500℃に達し、燃料電池も運転温度（80℃）に達した。

【0045】発電時（図中領域I）の昇温パターンに示されるように、発電開始から30分程度後に、改質器の温度が約700℃となり、定常運転が開始された。図4からわかるように、80℃での定常運転時において、1セル当りの発電電圧は530mVであり、S/C比は約6である。なお、燃料電池6に送り込まれる水蒸気量は、燃料電池の運転温度（80℃）における飽和水蒸気量である約50vol%となる。

【0046】（比較例）これに対して、従来の固体高分子型燃料電池システムのように、S/C比を2.5程度に設定すれば、改質後の混合ガス（改質ガス+水蒸気）中の水蒸気量は10vol%程度となる。従って、この場合、実施例と同じ80℃で燃料電池を運転しようとするれば、燃料電池に供給される混合ガス中の水蒸気量を飽和量（約50vol%）とするために、加湿器等で水蒸気を補給する必要があることになる。

（その他の事項）なお、上記実施の形態においては、水蒸気検出センサ10で検出した燃料電池内の水蒸気量に基づいて、第一調整バルブ3の開口量を調整する例を示したが、燃料電池内の水蒸気量を検出しなくても、上記数1式を満たすS/C比となるよう第一調整バルブ3の開口量を調整すれば、燃料電池に供給される改質ガスが水蒸気で飽和されるように制御されることになる。

【0047】また、上記実施の形態においては、燃料電池に常圧で改質ガスを供給し70～80℃程度で運転する例を示したが、燃料電池に改質ガスを加圧して供給し120～130℃程度で運転するような固体高分子型燃料電池発電システムにおいても、本発明は適用することができる。また、上記実施の形態においては、原料として天然ガスを用いる例を示したが、ナフサ、都市ガス等の気体燃料を用いる場合も同様に実施できる。また、メタノールのような液体燃料を原料として用いる場合は、改質器にメタノールを気化させる部分を設ければ同様に実施することができる。

【0048】また、上記実施の形態においては、選択酸化触媒を備えたCO除去器を設けることによって、一酸化炭素の濃度を低減し、アノード触媒の劣化を抑制する例を示したが、本発明において、選択酸化触媒を備えたCO除去器は必須ではなく、他の方法で改質ガス中の一酸化炭素濃度を低減したり一酸化炭素に対するアノード触媒の耐久性を向上することができれば、同様に実施できると考えられる。

【0049】

【発明の効果】上述のように本発明は、天然ガス等の原料を改質器で改質し、その改質ガスを用いて固体高分子型の燃料電池で発電する燃料電池発電システムにおいて、発電時において、水蒸気が改質器を経由して改質ガスと共に燃料電池に流れ込んで固体高分子膜を保湿するよう過剰量の水蒸気を改質器に供給する水蒸気供給手段を備えた構成とし、これによって、システム構成を簡素にすると共に、改質器におけるカーボンの析出を抑えて改質器の寿命を伸ばすことができる。

【0050】このシステムにおいて、改質器で生成された改質ガスに含まれる一酸化炭素を選択酸化することにより一酸化炭素を除去する一酸化炭素除去器を備えることによって、アノード触媒の劣化が抑制されるので、実用性の高いものとすることができる。また、燃料電池の発電温度において燃料電池に送り込まれる改質ガス中の水蒸気が結露しない割合で水蒸気を供給すれば、固体高分子膜の水素イオン伝導性が確保され且つ燃料電池内で水蒸気が結露しないため、長時間運転しても電圧が低下しにくい。

【0051】また、水蒸気供給手段を用いて、起動時に改質器を経由して燃料電池に水蒸気を送り込み、燃料電池を昇温するようにすれば、昇温プレートなどの昇温装置を設けなくても燃料電池の昇温を行うことができる。また、水蒸気供給手段は、燃料電池に流れる水蒸気量を検出する水蒸気検出センサと、燃料電池の温度を検出する温度検出センサと、改質器に水蒸気を供給する配管に設けられたバルブと、発電時において、水蒸気検出センサと温度検出センサの検出結果に基づいてバルブを制御する制御部とを備えた構成とすることによって容易に実現することができる。

11

12

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施の形態に係る固体高分子型燃料電池発電システムの概略構成図である。

【図 2】 図 1 に示す第二制御部によって実行される起動時の制御フロチャートである。

【図 3】 図 1 に示す第一制御部によって実行される発電時の制御フロチャートである。

【図 4】 実施例にかかる固体高分子型燃料電池発電システムを運転したときの燃料電池温度と電池電圧及び S / C 比との関係を示すグラフである。

【図 5】 実施例にかかる固体高分子型燃料電池発電システムを運転したときの改質器及び燃料電池の温度を経時的に測定した結果を示すグラフである。

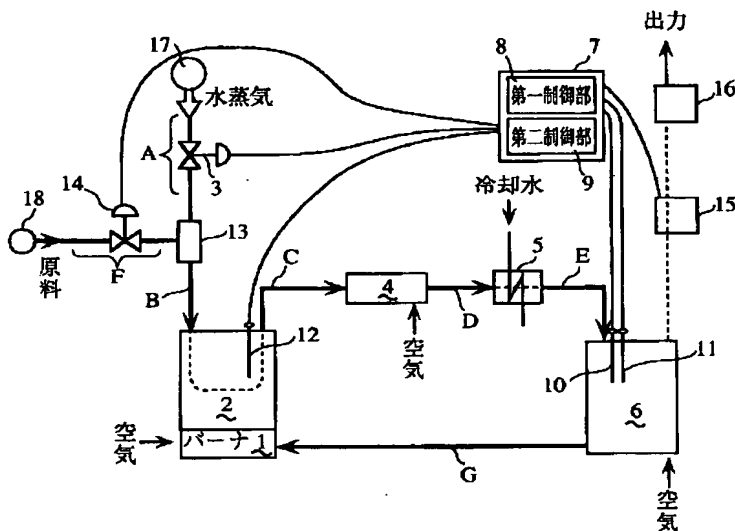
【図 6】 従来の固体高分子型燃料電池とを組み合わせたシステムの一例における処理フローを示す図である。

【符号の説明】

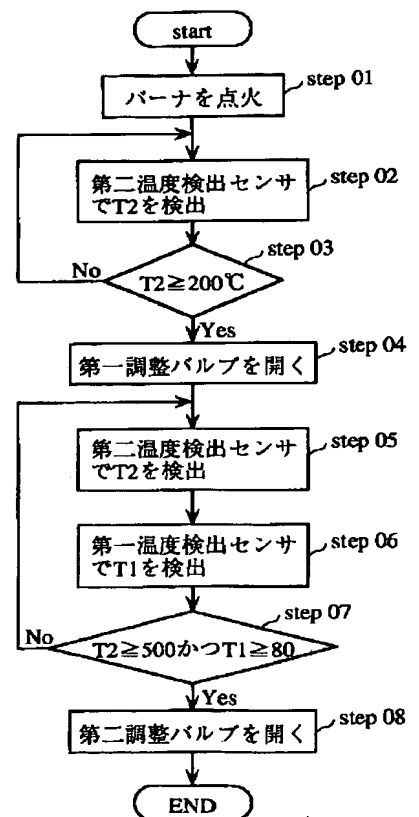
*

- * 1 バーナ
- 2 改質器
- 3 第一調整バルブ
- 4 CO除去器
- 5 冷却器
- 6 燃料電池
- 7 制御装置
- 8 第一制御部
- 9 第二制御部
- 10 水蒸気検出センサ
- 11 第一温度検出センサ
- 12 第二温度検出センサ
- 13 エゼクタ
- 14 第二調整バルブ
- 15 電流計

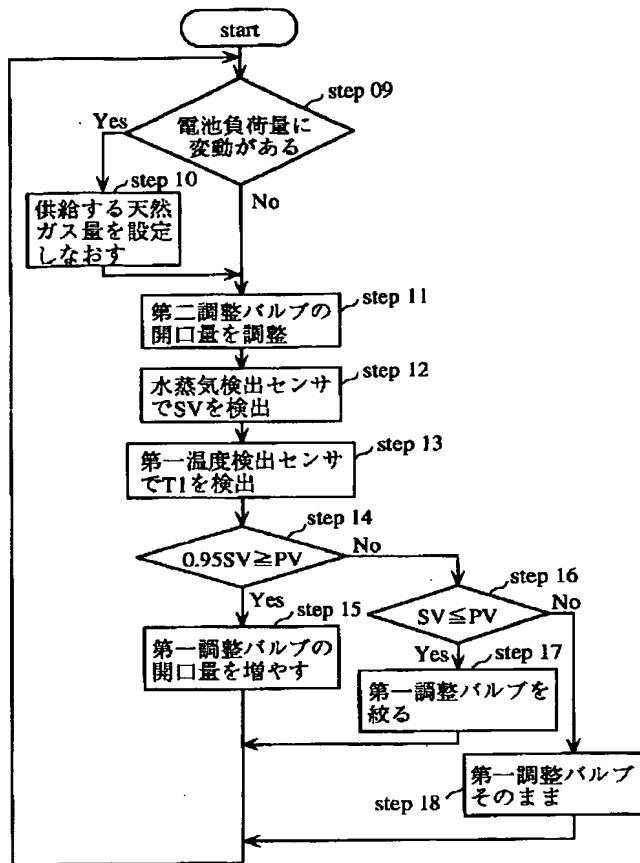
【図 1】



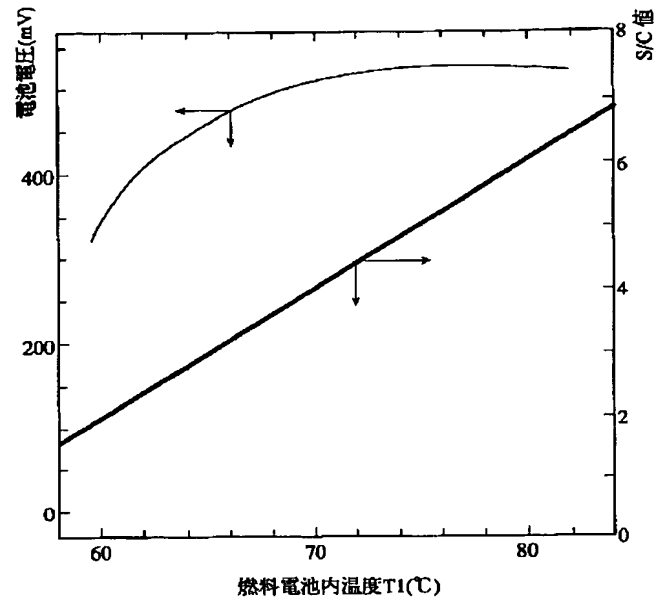
【図 2】



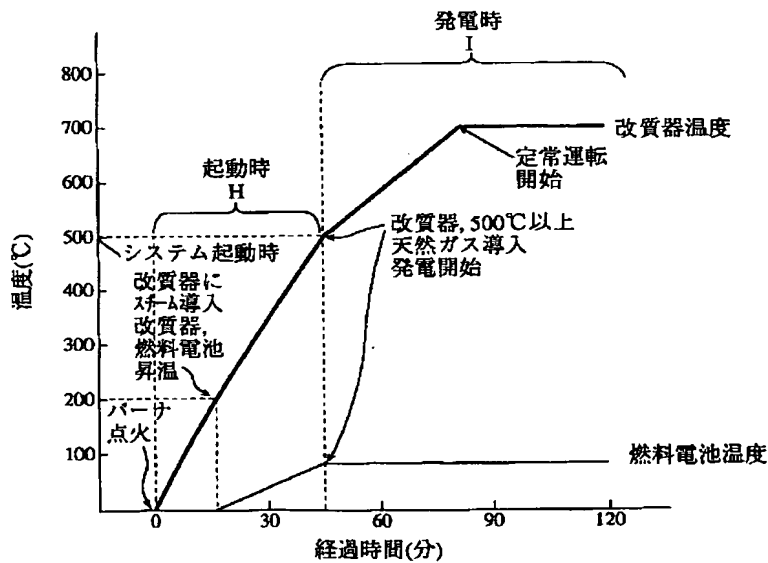
【図3】



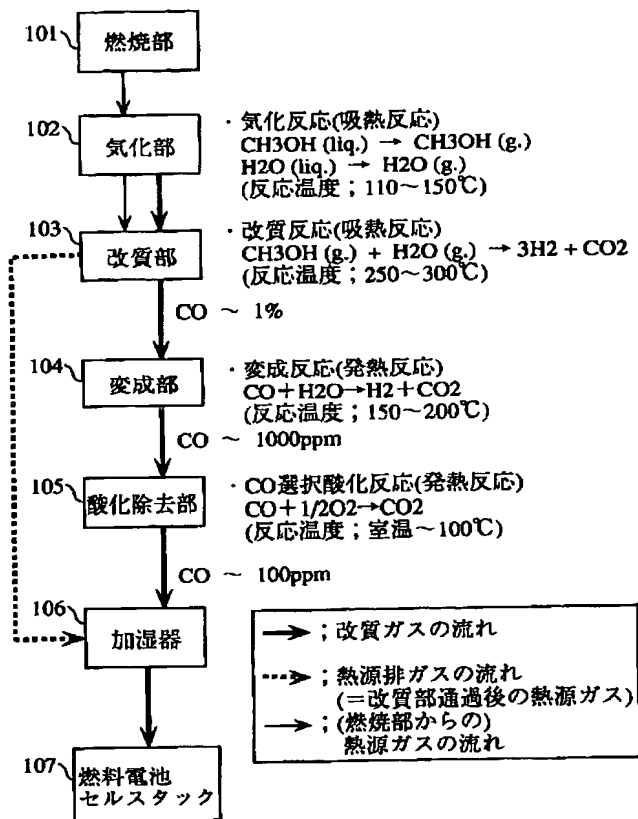
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 坂本 滋

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 三宅 泰夫

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内